

EVOLUTION DES IMMISSIONS FLUORÉES EN VALAIS DE 1974 À 1982

par François Contat et Roberto Zuber ¹

INTRODUCTION

Depuis de nombreuses années, la pollution des cultures par les immissions fluorées a fait l'objet d'enquêtes et d'essais de la part de diverses stations de recherches agronomiques, en particulier de la station fédérale de recherches en chimie agricole et sur l'hygiène de l'environnement de Liebefeld/Berne.

Des diverses recherches effectuées par Liebefeld, il ne sera retenu qu'une enquête (ZUBER et *al.*, 1981) sur les feuilles d'abricotiers et un essai en vase de végétation (CONTAT et GENOUD 1982). L'enquête permet de mettre en évidence les effets de l'assainissement des usines d'aluminium de Martigny (1979), de Chippis (1980-81) et de Steg (1981). L'essai s'attache plus particulièrement à l'estimation de l'immission fluorée de la région de Finges.

CONTRÔLE DE LA TENEUR EN FLUOR DES FEUILLES D'ABRICOTIERS

Méthode

Des échantillons de feuilles d'abricotiers ont été prélevés entre Evionnaz et Brigue dans 37 vergers d'abricotiers de la plaine du Rhône, tous les 2 km (fig. 1). Cette opération a été effectuée chaque année après la récolte des abricots, vers la mi-août. Une taxation des nécroses a été faite au moment des prélèvements.

Dans cette enquête, il n'a pas été tenu compte de l'entretien des cultures (taille, fumure, traitements antiparasitaires, etc.), ni de l'importance et de la qualité des récoltes.

¹ Station fédérale de recherches en chimie agricole et sur l'hygiène de l'environnement, 3097 Liebefeld.

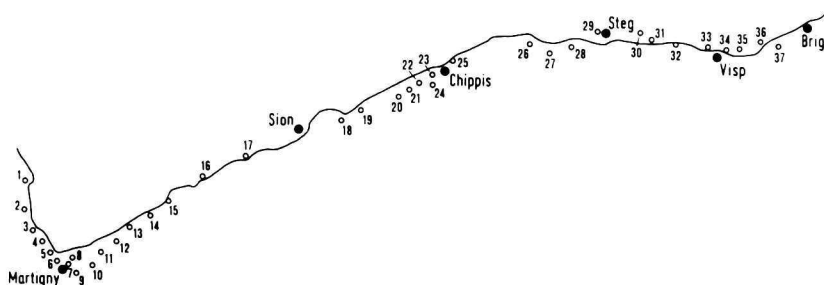


Fig. 1. Enquête 1974-1982 dans la vallée du Rhône sur la teneur en fluor des feuilles d'abricotiers. Lieux de prélèvements.

Résultats

L'étude des valeurs de taxations des nécroses pour l'ensemble des 37 vergers, permet de constater une diminution générale des nécroses légères et moyennes, voire la disparition complète des nécroses fortes à partir de 1981.

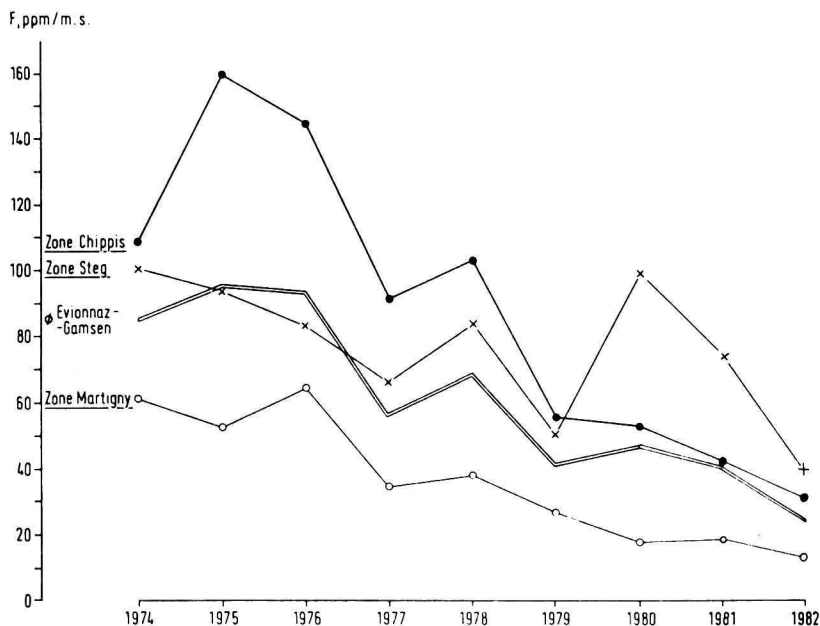


Fig. 2. Teneur en fluor des feuilles d'abricotiers non lavées. Evolution de la moyenne générale et des moyennes régionales des valeurs annuelles de 1974 à 1982.

Depuis l'assainissement des usines et jusqu'en 1982, on observe un abaissement de la teneur en fluor des feuilles d'abricotiers atteignant 50% dans la région de Martigny, 42% dans la région de Chippis, et 46% dans celle de Steg (fig. 2). On peut remarquer par ailleurs qu'à partir de 1980, dans cette enquête, l'immission fluorée de Steg est devenue supérieure à celle de Chippis.

CONTRÔLE DES IMMISSIONS FLUORÉES DANS LA RÉGION DE FINGES DE 1978 À 1982

Méthode

Situé au nord-est de l'usine d'aluminium de Chippis, cet essai s'étend sur 4850 m dans le sens de la vallée du Rhône (fig. 3).

Dispositif expérimental

Afin d'éliminer l'influence exercée par les sols de la région de Finges et de ne soumettre les plantes-tests qu'à la seule influence du fluor atmosphérique, l'essai a été effectué en vases de végétation sur de la terre prélevée à Liebefeld (F_{total} : 220 ppm, F_{soluble} : 7 ppm). Les vases sont placés par paire, à une hauteur de 1,5 m du sol. Les paires de vases sont répétées 3 fois pour chaque distance. Cette dernière varie entre 200 m et 4850 m (6000 m en 1978) à compter de la source de fluor (usine).

En 1979, les 2 vases de végétation étaient occupés par du ray-grass d'Italie (var. Tétilla). En 1980-81, le ray-grass de l'un des deux vases fut remplacé par du dactyle. Malgré un changement de variété en 1981, (variété Floréal à la place de la variété Oberweihst) le dactyle s'est montré un piètre indicateur visuel de la pollution fluorée.

Les teneurs en fluor de l'air ayant baissé, il fallut utiliser en 1982, un bioindicateur beaucoup plus sensible: le glaïeul (variété Snow Princess) (POSTHUMUS, 1979), connu pour son extrême sensibilité au fluor, remplaça le dactyle.

Depuis 1980, le Service de l'environnement de l'Etat du Valais a également installé un réseau d'appareils d'absorption statique de fluor, du type «Harding».

Dès 1982, une station météorologique automatique enregistre sur cassettes la température de l'air à 2 m du sol, l'ensoleillement, les

précipitations, l'humidité relative de l'air et le vent, en vitesse et direction. Ces données sont dépouillées sur ordinateur à Liebefeld.

Sauf pour l'année 1978, qui a été une année expérimentale, la durée d'exposition des vases a été de 14 jours. L'essai est répété 5 fois chaque année de la mi-mai à fin septembre.

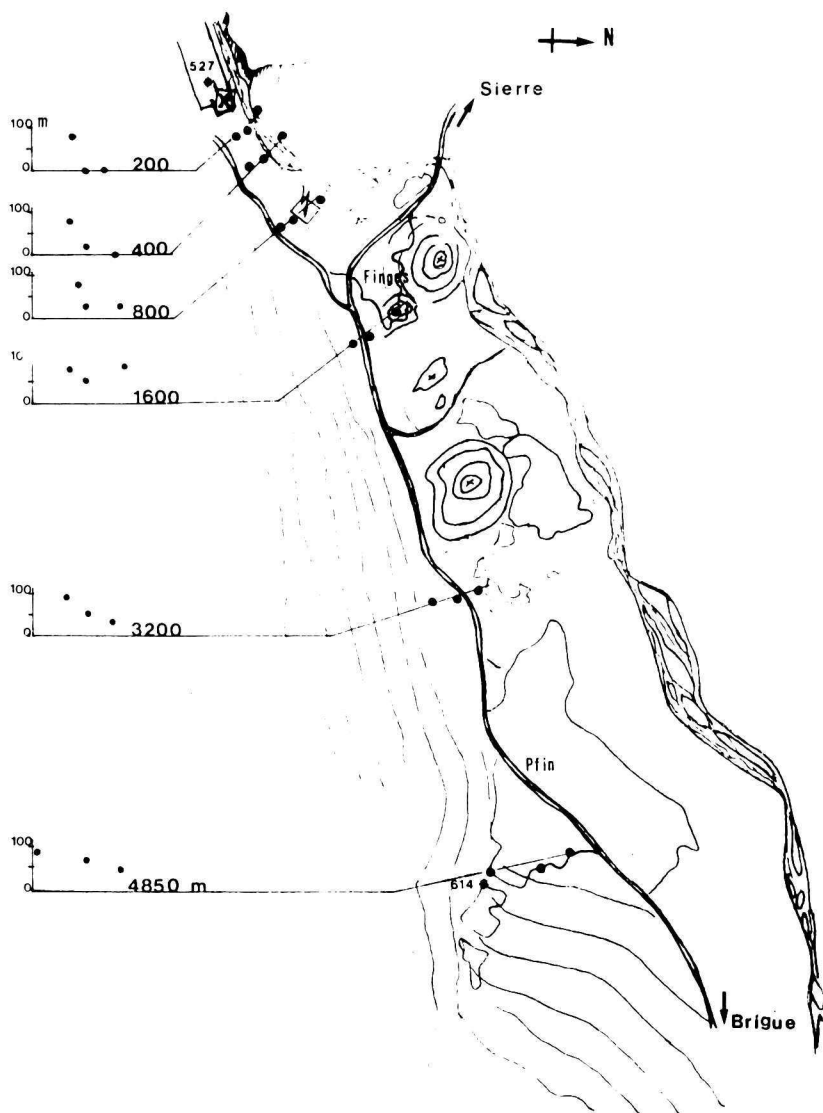


Fig. 3. Emplacements des placettes de contrôle dans la région de Finges et leur éloignement de l'usine X en m. Différences de niveau entre les répétitions.

Paramètres biologiques contrôlés

Le ray-grass d'Italie a servi d'accumulateur de fluor tout au long des années d'essai. Le dactyle devait en plus servir de bioindicateur. Les rendements en matière verte et sèche ont également été étudiée. Des photos infrarouges fausses couleurs de la culture devaient permettre de quantifier (KELLER, FAVRE et FURHRER, 1980) la chlorophylle et de déterminer les surfaces nécrosées et chlorosées. Le glaieul ne sert que d'indicateur visuel de la pollution fluorée.

Météorologie

Il faut rappeler ici l'influence primordiale du vent, qui agit aussi sur la dilution et la répartition des composants fluorés. Selon BOUET (1972), le vent montant représente, dans la vallée du Rhône, 75 à 81 % du vent total et ceci pour les mois de mai à septembre. Deuxième paramètre important: les précipitations qui délavent l'air de ses gaz et de ses particules en suspension mais lessivent aussi le feuillage des plantes.

Durant la période de végétation, les pluies sont surtout du type orageux. Les facteurs météorologiques agissent d'autre part directement sur la biologie du végétal (croissance, respiration, ouverture des stomates, etc.), donc sur l'accumulation du fluor à l'intérieur des tissus foliaires.

Analyses des plantes et des filtres «Harding»

Les plantes sont d'abord séchées, puis calcinées et, après fusion alcaline (NaOH) des cendres, celles-ci sont mises en solution. Le dosage du fluor est effectué à l'aide d'une électrode spécifique pour l'ion fluor.

Les filtres «Harding» sont désorbés dans de l'eau bidistillée. La concentration en fluor est également déterminée à l'aide d'une électrode spécifique.

Analyse statistique

La comparaison des régressions linéaires des logarithmes des teneurs en fluor et des distances permet de suivre l'évolution ou les variations de l'immission fluorée d'une année à l'autre. Les moyennes

sont extraites des droites de régressions et correspondent à la moyenne géométrique. Les variations autour de la moyenne sont données par l'écart interquartile (les 2 termes extrêmes de la série, à laquelle on a ôté un quart des termes à chaque extrémité, fournissent l'amplitude de la variation).

RÉSULTATS

Ray-grass d'Italie, 1978

En 1978, le ray-grass d'Italie fut exposé durant trois périodes de 20 jours chacune. Dans la deuxième et troisième période, la récolte de l'un des deux vases fut coupée après dix jours, puis une nouvelle fois en fin de période. Les résultats de 1978 ont montré des maxima de 1055 ppm F après dix jours d'exposition et de 1223 ppm F, après vingt jours d'exposition à une distance de 200 m de l'usine, alors que les minima variaient entre 30 et 70 ppm F, à 6400 m. La somme des teneurs en fluor des 2 expositions de dix jours est environ 1,5 à 2 fois plus élevée que la teneur pour vingt jours d'exposition.

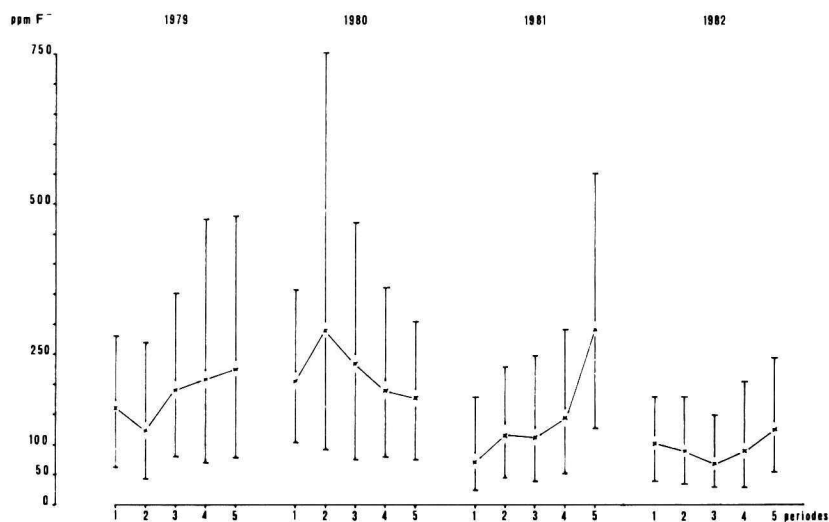


Fig. 4. Evolution de la teneur en fluor du ray-grass d'Italie de 1979 à 1982 en ppm (1 ppm F = 1 mg de F par kg de matière sèche).

Ray-grass d'Italie, 1979 à 1982

L'évolution des immissions fluorées au cours des années 1979 à 1982 est représentée à la figure 4. Chaque période d'exposition est caractérisée par la moyenne géométrique; la dispersion autour de la moyenne géométrique est donnée par l'écart interquartile. Cet écart est relativement important en 1979 et 1980; il diminue en 1981, pour se réduire encore en 1982, montrant ainsi une immission plus constante. Par rapport à 1980, l'immission fluorée moyenne a diminué en 1981 de 40% et en 1982 de 57%.

Bioindicateurs

Le dactyle

Utilisé comme indicateur biologique, le dactyle a surtout souffert de divers stress physiologiques (vent, sécheresse de l'air, etc.). Des photos infrarouges fausses couleurs de la culture ont permis de mesurer les surfaces nécrosées et de quantifier la quantité de chlorophylle. Mais ces mesures n'ont pas réussi à établir de rapport entre l'apparition et la grandeur des nécroses et la distance de l'usine, ni entre l'intensité des nécroses et la teneur en fluor de la culture.

Les rendements en matière sèche du dactyle et du ray-grass d'Italie n'ont pas été affectés par le fluor atmosphérique.

Les glaïeuls

La variété Snow Princess, connue pour sa sensibilité au fluor (nécroses à partir de 5 ppm F/ms), est utilisée pour observer si des nécroses peuvent encore apparaître dans les nouvelles conditions d'immissions, et de mesurer ces nécroses.

Les plantes (2 bulbes par vase de végétation) sont exposées, parallèlement au ray-grass d'Italie, lorsqu'elles ont atteint le stade 2 à 3 feuilles. Les feuilles ont alors une longueur de 15 à 20 cm. Après chaque période d'exposition (14 jours), la longueur des surfaces nécrosées de chaque feuille est relevée manuellement. A Liebfeld, les glaïeuls sont coupés puis étendus sur le sol, où ils sont photographiés à l'infrarouge fausse couleur. Les photos sont étudiées à l'aide d'un appareil automatique d'analyse d'images. La surface totale de chaque plante et la surface nécrosée sont ainsi déterminées. Pour l'analyse

chimique du fluor, les glaïeuls suivent le même traitement que le ray-grass d'Italie. Les analyses de fluor pour l'année 1982 sont en cours.

Les filtres Harding

Les filtres des appareils «Harding» sont récoltés et analysés par le Service de l'Environnement de l'Etat du Valais. Les résultats obtenus jusqu'en 1982 sont analogues à ceux livrés par les plantes. Il a été observé une relation extrêmement étroite entre la teneur en fluor du ray-grass d'Italie et la teneur en fluor des filtres «Harding», comme le confirme la figure 5 pour l'année 1981. Les coefficients de corrélation, hautement significatifs ($P < 0,001$), pour les années 1981 et 1982, sont respectivement de 0,94 et 0,96.

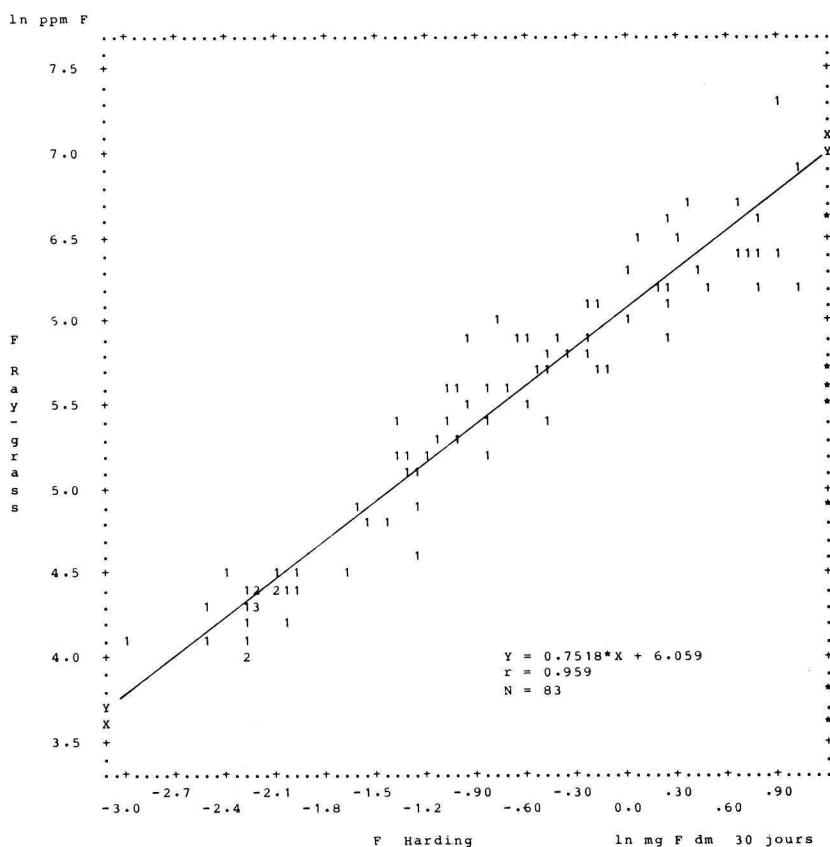


Fig. 5. Fonction relationnelle entre la teneur en fluor du ray-grass d'Italie et les filtres «Harding» en 1981.

Résumé

Les premiers résultats d'analyses du fluor des feuilles d'abricotiers et du ray-grass d'Italie confirment, pour 1982, la baisse de l'immission fluorée perçue en 1981. Les résultats des analyses des glaïeuls et des filtres «Harding» devraient aller dans le même sens.

Bibliographie

- BOUET, M. 1972. *Climat et météorologie de la Suisse romande*. Ed. Payot, Lausanne.
- CONTAT, F. et L. GENOUD, 1982. *Contrôle des immissions fluorées dans la région de Finges de 1978 à 1981*. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. Vol. 14 (6): 361-369.
- KELLER, H.-J., A. FAVRE et J. FUHRER, 1980. *On the use of Hardwired Algorithms to assess texture*. Signal Processing 2, 391-396.
- POSTHUMUS, A.C., 1979. *Monitoring levels and effects of air-borne pollutants on vegetation. Use of biological indicators and other methods*. National and international programmes, United Nations. Symposium on the effects of air-borne pollution on vegetation. Warsaw (Poland), 1979.
- ZUBER R., W. TSCHANNEN et E. BOVAY, 1981. *Contrôle de la teneur en fluor des feuilles d'abricotiers de la vallée du Rhône de 1974 à 1980*. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. Vol 13 (3): 131-138.

